بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة في GSM

ملاحظة هامة:-

هذا الكتاب عبارة عن مجموعة من المشاركات لاحد الاعضاء في احدى المنتديات العربية المفيدة قمت بجمعها هنا لكي يستفيد منها كل من يحتاجها نسال الله الا يغضب منا كاتبها لاني لا اذكر اسمه وان يغفر لنا وله ولعامة المسلمين وان يهدينا سواء السبيل .

سأبدأ بخلفية تاريخية ومقدمة عن انظمة الاتصالات

نبذة تاريخية ومعلومات اساسية عن انظمة الاتصالات النقالةونشأة شبكاتGSM

اولا : انظمة الاتصالات النقالة التماثلية

ANALOG MOBILE TELEPHONY SYSTEM

انظمة الاتصالات التلفونية النقالة كانت تعتمد على نقل الصوت او المحادثة بنظام التعديل الترددى FM
اوFREQUANCY MODULATION
حيث كانت تعتمد هذه العملية على ترددين مهمين
UPLINK:وهو تردد الارسال
DOWNLINK:وهو تردد الاستقبال
وكانت هذه الترددات المخصصة لا تصلح للاستخدام عن طريق المكالمات الاخرى

الانظمة المحمولة البدائيةEARLY MOBILE SYSTEMS

1- NORDIC MOBILESYSTEM (NMT):

احد انظمة الاتصالات التى كانت تستخدم فى دول شمال اوربا ظهرت سنة1981
كأول نظام محمول تجارى فى السويد والنرويج والدانمرك و فنلندا

2- ADVANCED MOBILE PHONE SYSTEMS (AMPS)

انظمة الهواتف النقالة المتقدمة
ظهرت كأول انظمة اتصالات محمولة تجارية فى الولايات المتحدة سنة١٩٨٣

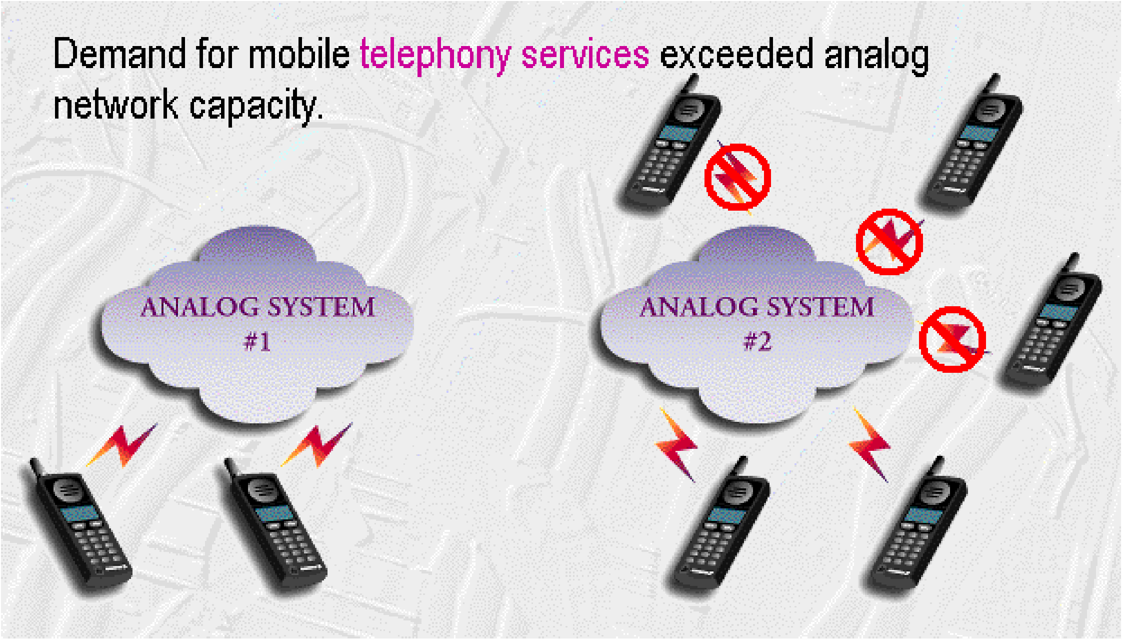
3- TOTAL ACCESS COMMUNICATION SYSTEMS(TACS)

انظمة الاتصالات حرة الوصول او كاملة الوصول بها اعتمادية اكثر
ظهرت سنة١٩٨٥ كأول انظمة الاتصالات المحمولة التجارية فى بريطانيا وتم تطويرها من نظامAMPS

كل هذه الانظمة كانت تعتمد على تقنيات تماثلية ANALOG فتوالى ظهور عيوب هذه الانظمة ومنها:

-1انظمة الاتصالات التماثلية كانت متعارضة مع بعضها البعض INCOMPITIBLE فكانت كل شبكة تعمل على حيز مختلف من الترددات DIFFERENT FREQUANCY BANDS وتستخدم انظمة تعديل مختلفة MODULATION TECHNIQUES وطرق مختلفة لمعالجة الاشاراتSIGNALING
على سبيل المثال كان مشترك ال NMT لا يستطيع استخدام هاتفه عندما يكون متواجد فى المنطقة الجغرافية لنظامTACS

-2عيب اخر خطير وهو سعة او استيعاب النظام:CAPACITY
او عدد المكالمات التى يمكن ان تجريها الشبكة فى وقت معين فى منطقة معينة
فكان عندما يصل عدد المكالمات الى اعلى حد يمكن ان تستوعبه الشبكة تصبح الكثير من المكالمات غير ممكنة
ACCESS IS DENIDE
بالنسبة للشبكة فلا تستطيع الشبكة تحقيق حاجات المستخدمين


Demand for mobile telephony services exceeded analog network capacity.

لهذا ولعيوب النظام التماثلى الكثيرة كان لابد من ظهور نظام جديد يقدم حلا لهذه الاحتياجات
فبأ سنة ١٩٨٢ فريق من المهندسين تصميم نظام جديد يعتمد على تقنيات الاتصالات الرقمية سمى هذا النظام ب:
GLOBAL SYSTEM MOBILE (GSM)

تم تصميم انظمة GSM لتعمل على تردد ٩٠٠ MHZ فعليا (٨٩٠-٩٦٠ MHZ)

هناك سؤال يطرح نفسه
لماذا استخدام التكنولوجيا الرقمية فى انظمةGSM
هناك عدة اسباب اهمها:
-1الانظمة الرقمية ذات سعة اعلى وتسمح باعتمادية افضل فى استخدم الحيز الترددى المتاح
-2الانظمة الرقمية تمنع الشوشرة (NOISE)والتداخل (INTERFERANCE) وتشوه الاشارة (DISTORTION)والتى تؤثر على الاشارة

تقنيات الوصول فى شبكات GSM
GSM ACCESS METHODS

هى

TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS (TDMA)

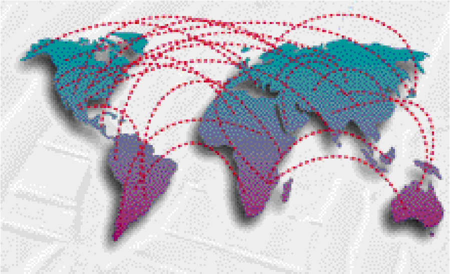
كانت تسمح باجراء ٨ مكالمات فى وقت واحد وعلى نفس تردد الموجة الحاملة

خدمات شبكة GSM

-1تعطى اقصى مرونة فى التعامل مع نقل الصوت والفاكس والبيانات المختلفة

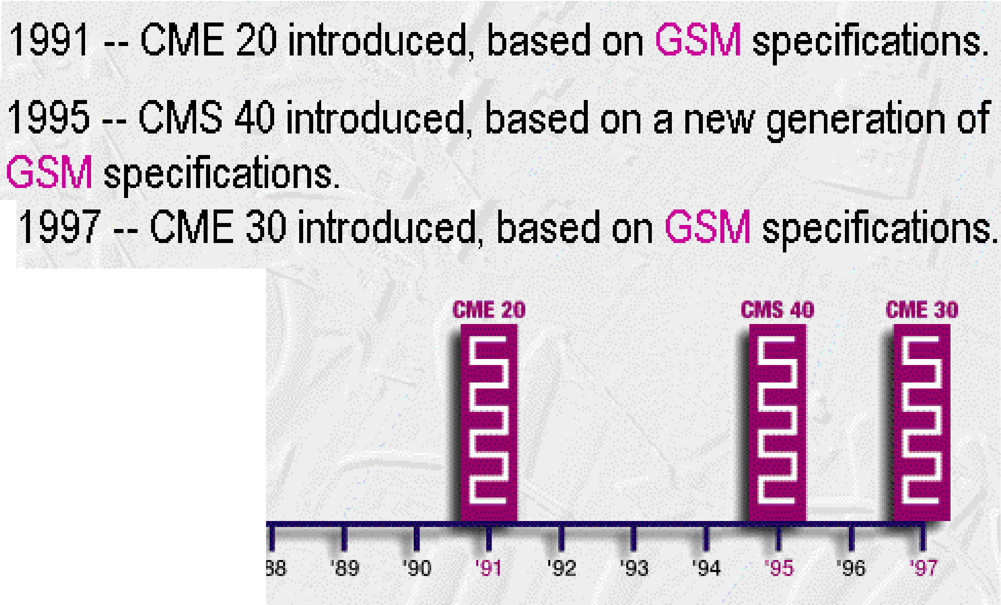
-2تعطى نفس المستوى من الخدمات مثلها كمثل الشبكات الاخرى كشبكات التليفون العادية (PSTN) وشبكة الخدمات الرقمية (ISDN) بالاضافة الى الانفراد بخدماتها الخاصة

-3مستخدم شبكة GSM يمكنه الاتصال بأى رقم فى العالم من اى مكان فى العالم لان شبكات GSM المختلفة تكون متوافقة مع بعضها البعض



4-انظمة GSM تحتوى على اجراءات امن عالية وتقنيات تشفير للمعلومات لمنع القرصنة والحفاظ علي البيانات

وهذا رسم توضيحى لانظمة شركة ERICSSON والمبنية على شبكات GSM



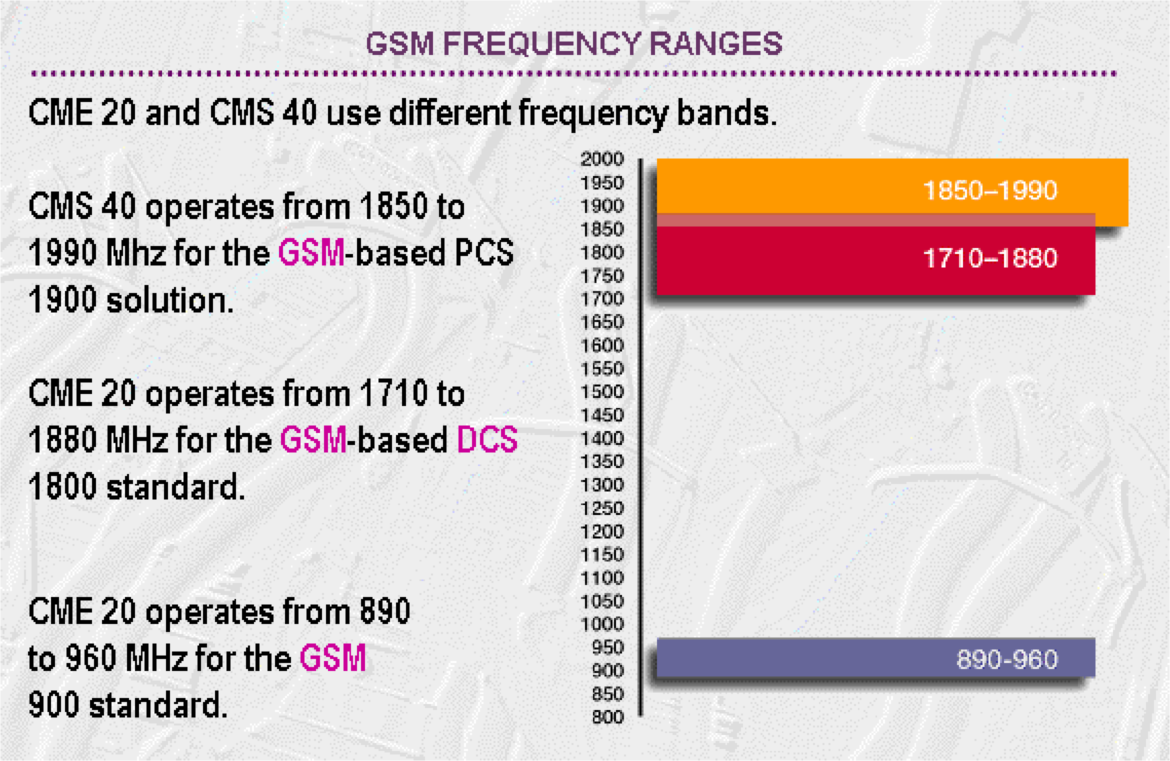
1991 -- CME 20 introduced, based on GSM specifications.

1995 -- CMS 40 introduced, based on a new generation of GSM specifications.

1997 -- CME 30 introduced, based on GSM specifications.

وهذا مخطط لتوضيح حيز الترددات الذى تستخدمه شبكات GSM

Error!



GSM FREQUENCY RANGES

CME 20 and CMS 40 use different frequency bands.

CMS 40 operates from 1850 to 1990 Mhz for the GSM-based PCS 1900 solution.

CME 20 operates from 1710 to 1880 MHz for the GSM-based DCS 1800 standard.

CME 20 operates from 890 to 960 MHz for the GSM 900 standard.

الخدمات التى تقدمها GSM لمشتركيها:

SUBSCRIBER SERVICES FOR GSM SYSTEMS

خدمات الاتصالات الا ساسية:

1-خدمات الاتصالات التليفونية العادية TELEPHONY SERVICES

2-خدمات الطوارىء EMERGENCY SERVICES

3-خدمة الرسائل القصيرة (SMS) SHORT MESSAGE SERVICES

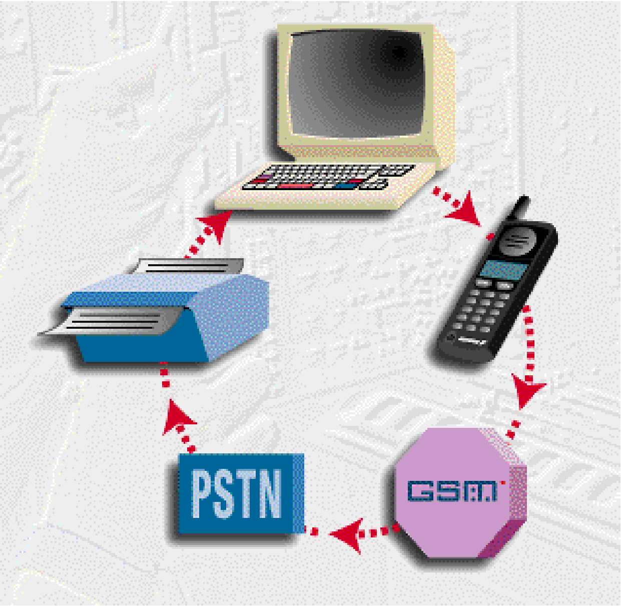
4-خدمة الفاكس FAX SERVICES

خدمة الاتصال التلفونى : تسمح للمشترك باجراء المكالمات التلفونية العادية

خدمة الطوارىء : تسمح للمشترك باجراء مكالمات الطوارىء بالاتصال بأرقام ثابتة مثل ١١٢ فى GSM او ٩١١ فى الولايات المتحدة مثلا بصرف النظر عن مقدم الخدمة

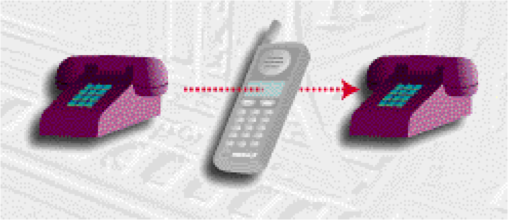
خدمة الرسائل القصيرة : المشترك يستطيع ان يرسل او يستقبل رسائل قصيرة من حروف وارقام حتى ١٦٠ حرف

خدمة الفاكس : يستطيع المشترك ان يرسل ويستقبل الفاكسات

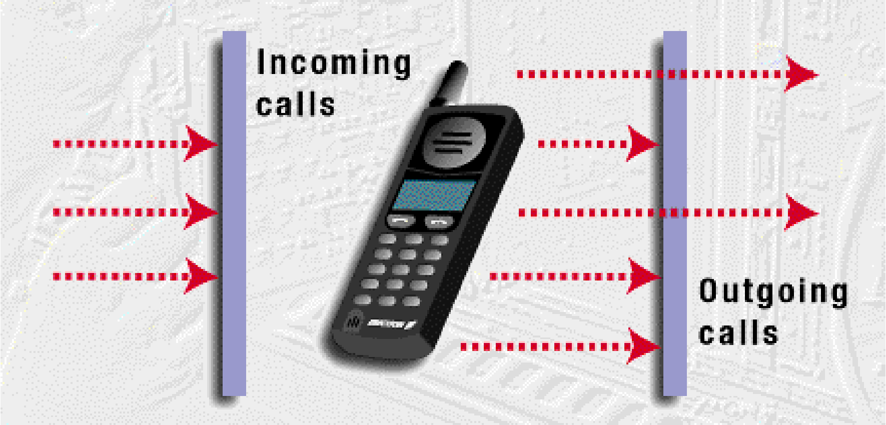


الخدمات الاضافية او التكميلية SUPLEMENTARY

1-تحويل المكالمات : CALL FORWARDING يستطيع المشترك تحويل المكالمات القادمةلرقم اخر فى مواقف معينة مثل
الهاتف النقال غير متاح – مشغول – لايوجد رد



2-حجب المكالمات: CALL BARRING على سبيل المثال يمكن قفل المكالمات الدولية ارسالها او استقبالها عن طريق الهاتف
او حجب ارقام معينة

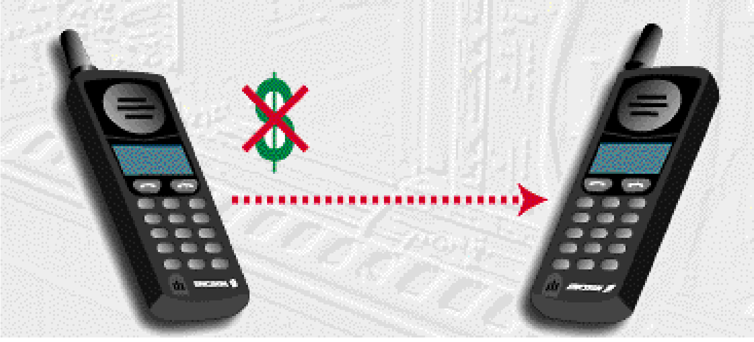


3-عقد المؤتمرات عبر الهاتف : MULTIPARTY فى شبكة GSM اقصى عدد من المشتركين يمكن ان يعقدوا مؤتمر عبر الهاتف
هو ستة مشتركين

4-خدمة اظهار رقم الطالب او CALLER ID

INTELLEGENT NETWORK SERVICES (IN) خدمات الشبكة الذكية تتضمن:

1- CALLING PARTY PAYS : يستطيع المشترك اجراء مكالمات مسبقة الدفع ويستطيع ايضا تحويل جزء من رصيده الى مشترك اخر



3- خدمات مسبوقة الدفع PREPAID SERVICES

Pre-Paid Service allows the subscriber to pre-purchase airtime.

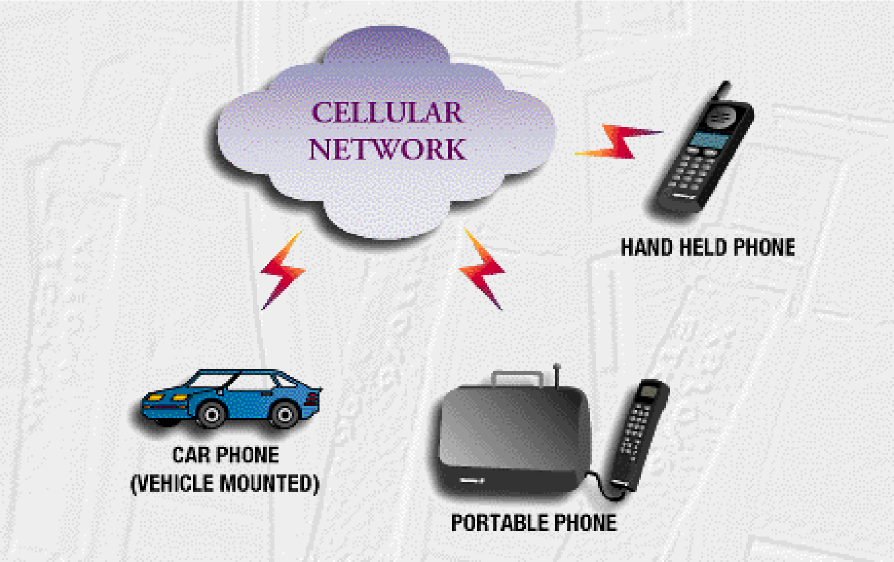
بناء الشبكة الخلوية CELLULAR NETWORK ARCHETECTRURE

هنا سنشرح الاجزاء الاساسية التى تبنى عليها انظمة الاتصالات الخلوية

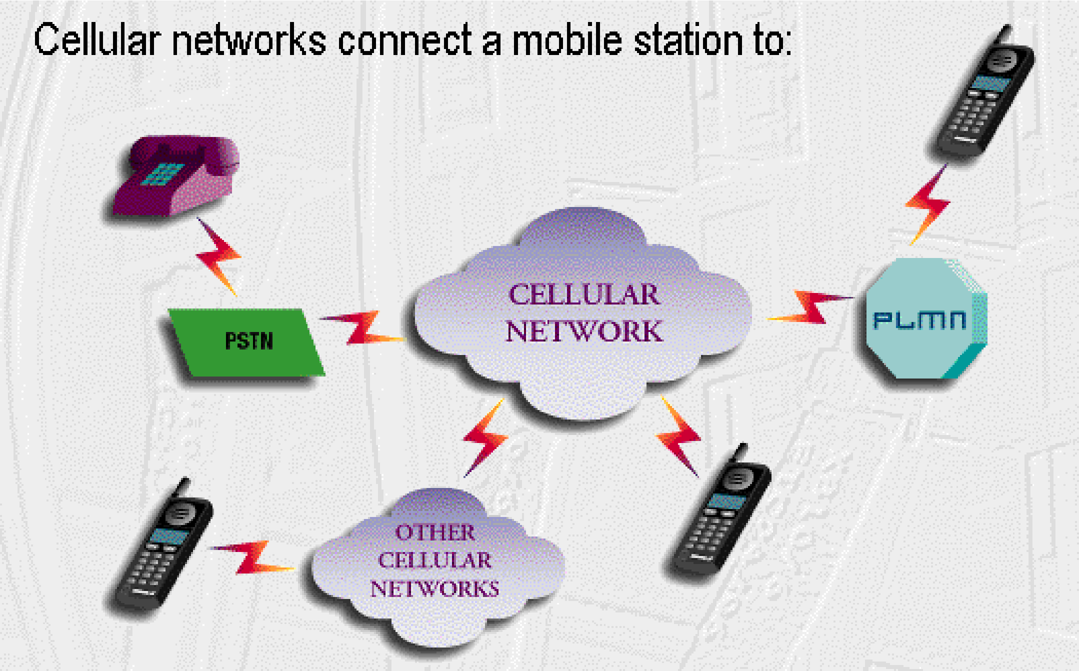
1-انظمة التبديل والتحويل : SWITCHING SYSTEMS (SS)
2-انظمة المحطات الارضية : BASE STATION SYSTEMS
3-مركز العمليات والصيانة : OPERATION AND MAINTENANCE SYSTEM

اليك بعض التعريفات الهامة:

المحطة المتنقلة : MOBILE STATION
هى جهاز مادى يستخدم لاجراء المكالمات من خلال الشبكة الخلوية
انواعه
1-الهاتف المحمول فى اليد HAND HELD PHONE
2-الهاتف او العدة المتنقلة PORTABLE PHONE
3-هواتف المركبات CAR PHONE

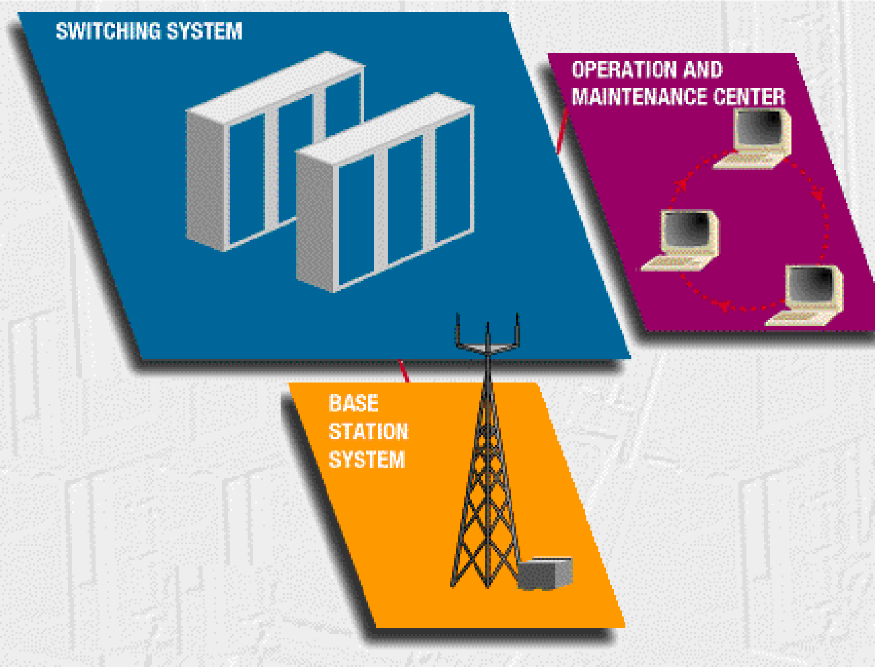


وظيفة الشبكة الخلوية : FUNCTION OF CELLULAR NETWORK
الشبكة الخلوية توصل الهاتف النقال بكل من
1-هواتف اخرى نقالة بالشبكة
2-شبكات خليوية اخرى
3-شبكات التليفون المحلية PUBLIC SWITCH TELEPHONE NETWORK(PSTN)
4-شبكات النقال الارضية المحلية PUBLIC LAND MOBILE NETWORK


Cellular networks connect a mobile station to:

الاجزاء الرئيسية المكونة لشبكة GSM الخليوية

الشكل الاتى يوضح الاجزاء الرئيسية لاى شبكة محمول خليوية



نظام التحويل والتبديل SWITCHING SYSTEM

وظائفه الاساسية

-1معالجة المكالمات
-2تحويل مسارات الصوت والبيانات
-3عمليات الشحن
-4التوصيل بالشبكات الاخرى والمحطات الارضية

نظام المحطات الارضية BASE STATION SYSTEM

الوظيفة الاساسية لها هى التصال من خلال الهواء وتتكون من:

-1وحدات تحكم المحطات الارضية BASE STATION CONTROLLERS
-2الهوائيات ANTENNAS
-3اجهزة البث والاستقبال TRANSMITTERS & RECIEVERS

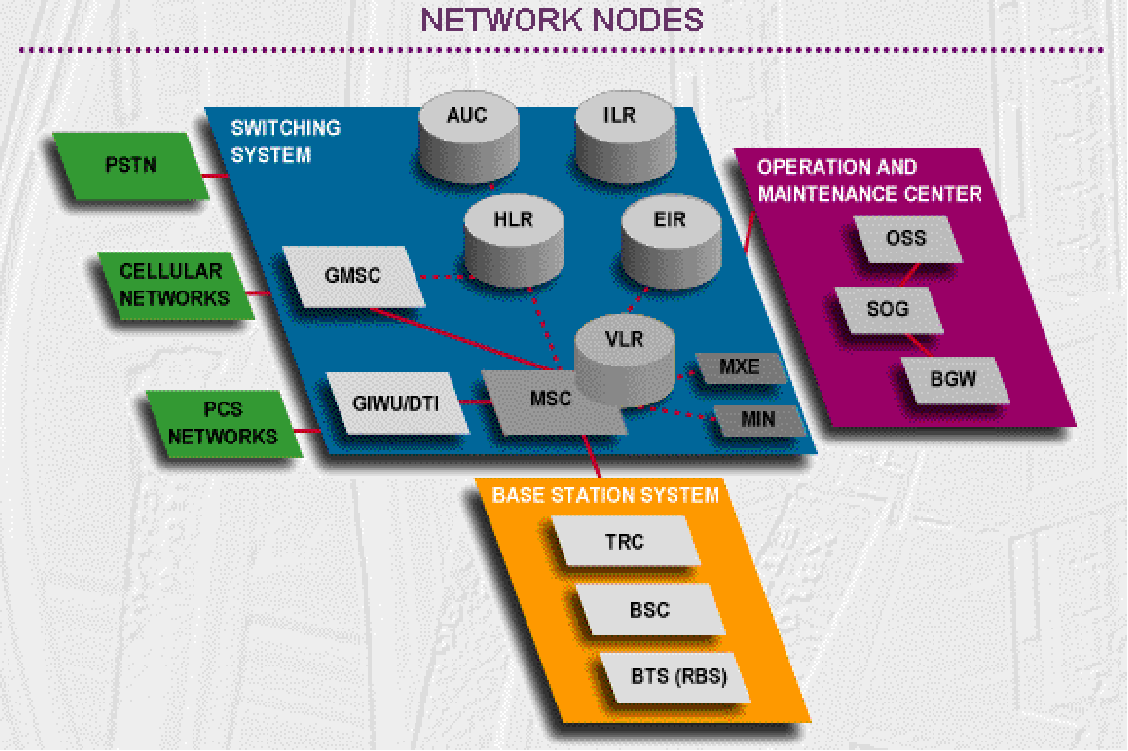
مركز العمليات والصيانة OPERATION AND MAINTENANCE CENTER

الوظيفة الاساسية هى الصيانة المركزية ولذلك يعمل على:

– 1تعيين مكان الخطأ WHERE IS THE FAULT
– 2تعيين نوع الخطأ SOFTWARE OR HARDWARE
– 3ما الذى يمكن استبداله لعلاج هذا الخطأ WHAT MUST BE REPLACED

وظائف نقاط او عقد الشبكة FUNCTION OF NETWORK NODES

فى هذا الجزء سنشرح نقط او عقد الشبكة (الاجزاء التكوينية) ووظائفها فى كل من SS,BSS AND OMC



اولا : اجزاء نظام التحويل والتبديل SWITCHING SYSTEM NODES

1-مدخل مركز التحويل GATEWAY MOBILE SWITCHING CENTER(GMSC)
يقوم بمعالجة المكالمات الاتية من الشبكات الخليوية الاخرى

2-وحدة تشبيك: GSM THE GSM INTERNETWORKING UNIT (GIWU)
وواجهة نقل البيانات: DATA TRANSFERE INTERFACE (DTI)
تقوم باجراء ومعالجة التوصيل بالشبكات المبنية على ال PC لنقل البيانات
وهى ايضا تسمح للمستخدم بالتنقل مابين الاتصال بالصوت او البيانات اثناء نفس المكالمة

3-مركز التوثيق : AUTHENTICATION CENTER (AUC)
هى قاعدة بيانات تقوم بالتحقق من هوية المشترك لحماية الشبكة من النشاطات الاحتيالية

4-سجل بيانات مكان المشترك THE HOME LOCATION REGISTER (HLR)

قاعدة بيانات تحتوى على معلومات عن كل مشترك وهى تقوم بتسجيل:
معلومات متاحة عن المشترك
معلومات عن مكانه وعنوانه
رقم هاتفه النقال

5-سجل مواقع التشبيك INTERNETWORKING LOCATION REGISTER(ILR)

قاعدة بيانات تحتوى على معلومات عن المشتركين المسموح لهم بالتنقل بهواتفهم فى المناطق الجغرافية لشبكات تستخدم تقنيات مختلفة
مثل GSM و AMPS

6-سجل هوية الجهاز THE EQUEPMENT IDENTITY REGISTER (EIR)

قاعدة بيانات تتحقق من هوية الجهاز لحماية الجميع من ظاهرة الاجهزة المسروقة

7-مركز الخدمات MOBILE SERVICE CENTER(MSC)

يقوم بعملية تحويل المكالمات من والى المحطات الارضية فى نفس المنطقة

8-سجل موقع الزائر THEVISITOR LOCATION REGISTER (VLR)

قاعدة بيانات تخزن بيانات عن المشتركين المطلوبين لدى MSC لاتمام المكالمات
: VLRدائما مايكون متكامل مع MSC وهم يخدمان منطقة معينة
: VLRيخزن بيانات عن المشتركين فى منطقة خدمة MSC

9-مركز الرسائل MESSAGE CENTER (MXE) يقوم بخدمات
الرسائل القصيرة (SMS)
البريد الصوتى (VOICE MALE)
الفاكس (FAX)

10-الشبكة الذكية MOBILE INTELLEGENT NETWORK (MIN)

تقوم:
خدمات المشتركين الخاصة
تنظيم خدمات الاعمال

ثانيا : الاجزاء المكونة للمحطات الارضية BASE STATION SYSTEM NODES

1-محطة المرسل المستقبل الارضية BASE TRANSRECIEVER STATION (BTS)
تتكون من اجهزة راديوية مثل اجهزة TRANSRECIEVER المرسل المستقبل والهوائيات لعمل النظام اللاسلكى
وتسمى فى انظمة ايريكسون RADIO BASE STATION (RBS)

2-وحدة تحكم المحطات الارضية BASE STATION CONTROLLER (BSC)
يقوم بكل وظائف التحكم والتوصيلات المادية بين MSC و عدد من BTSs
BSC : يحدد القناة التى يتصل بها الجهاز النقال واتصالات الهواء

3-محدد المدة ومحول الشفرات TRANSCODER AND RATE ADAPTER (TRC)
يقوم بالاتى:
معالجة الصوت
تعيين مدة المكالمة
الاستخدام الامثل لواجهات الارسال
يمكن ان يعمل وحده او مرتبطا بايا من BSC او MSC

ثالثا : مركز العمليات والصيانة THEOPERATION AND MAINTENANCE CENTER

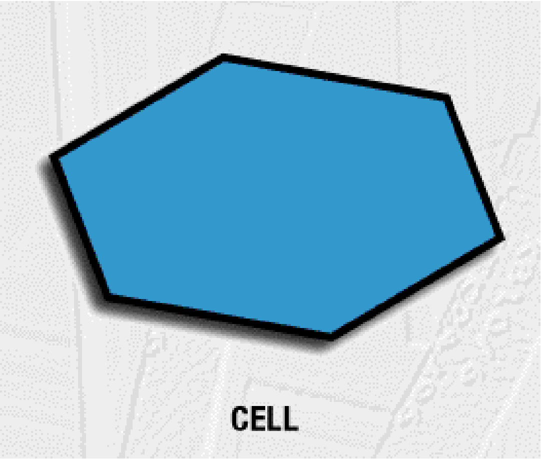
1-مركز العمليات والدعم THEOPERATION AND SUPPORT SYSTEM (OSS) ويقوم:
تخطيط الشبكة PLANNING
تشغيل الشبكة OPERATING
صيانة الشبكة MAINTAINING
مراقبة الشبكة SUPERVISING
تطوير الشبكة DEVELOPING

2-مدخل تنظيم الخدمات SERVICE ORDER GATEWAY (SOG)
يكون واجهة لبيانات الاشتراك بين HLR,AUC and EIR

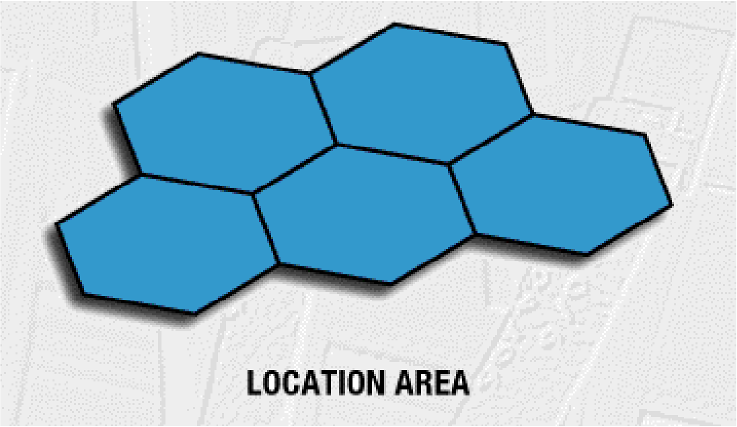
3-مركز الاعلان THEBILLING GATEWAY (BGW)
مسئول عن معلومات الاعلان بين MSCs فى الشبكة العاملة

مناطق الشبكة الجغرافية GEOGRAPHIC NETWORK AREAS
شبكات GSM تحتوى على خمس مناطق جغرافية مهمة

1-الخلية: CELL
هى اصغر منطقة تغطية فى الشبكة

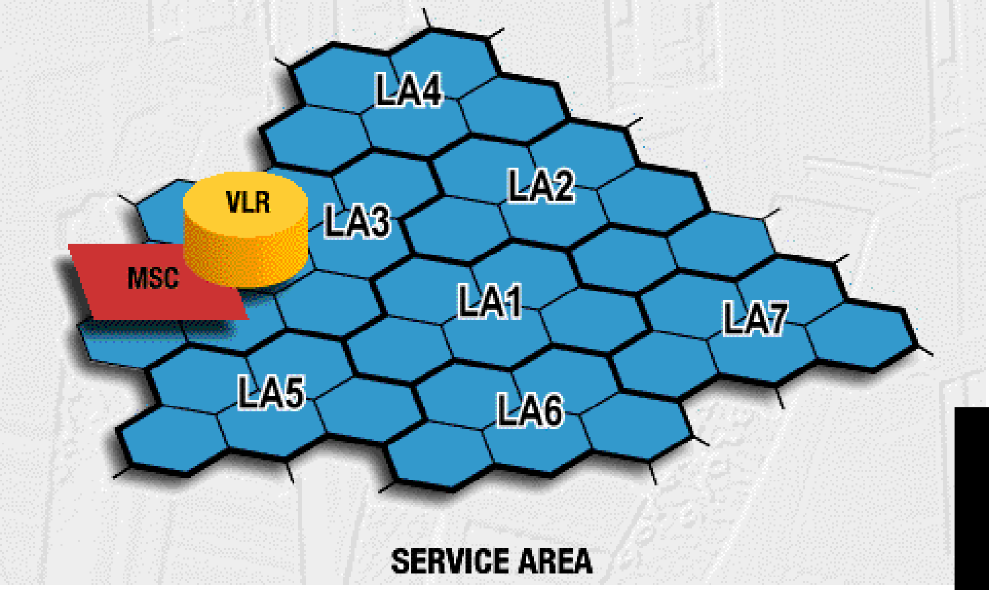


2-منطقة موقع: LOCATION AREA
تتكون من مجموعة من الخلايا وهى اكبر منطقة يمكن التنقل داخلها دون الحاجة الى تحديث للموقع
تخدمها واحدة او اكثر من المحطات الارضية ولكن فقط مركز تحويل واحد MSC
وهى المنطقة التى تصل فيها رسائل الخدمة الى جميع المشتركين



3-منطقة خدمة MSC\VLR

تتكون من العديد من مناطق الموقع وتغطى بمركز تحويل واحد

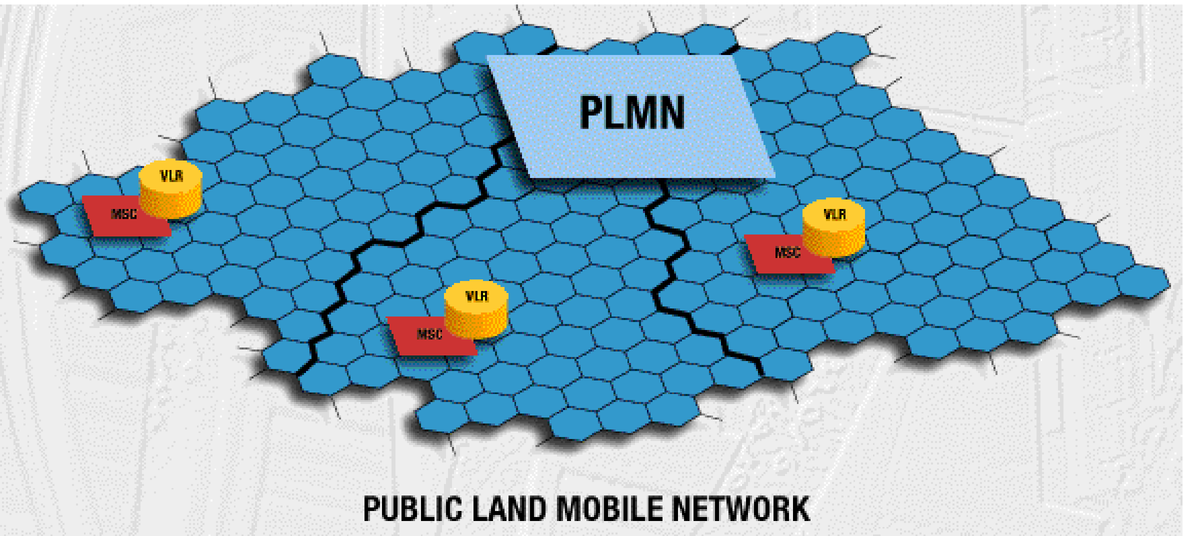


منطقة خدمة PUBLIC LAND MOBILE NETWORK (PLMN)

ون من مجموعة مناطق MSC\VLR

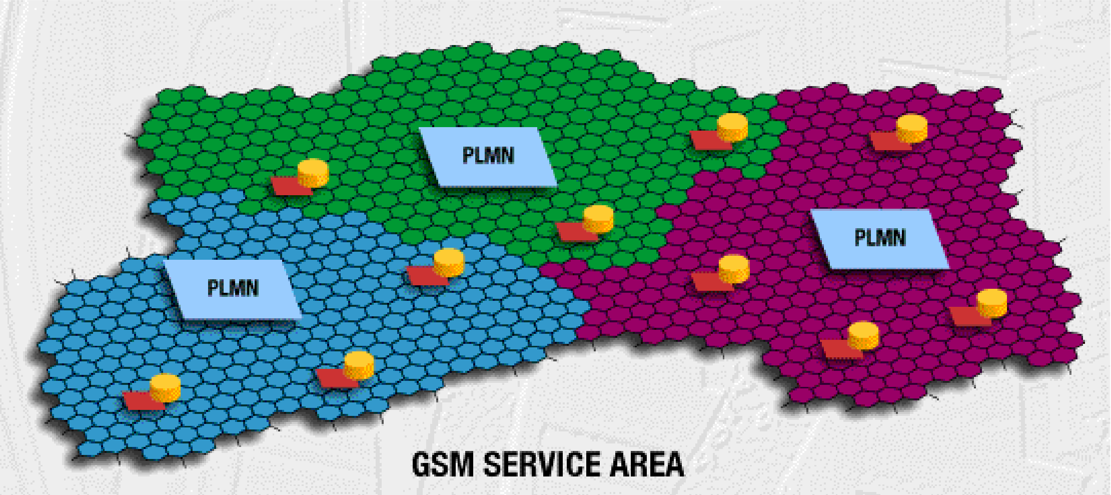
ى اكبر منطقة جغرافية للخدمة ويخدمها مشغل الخدمة

!



مشغل الخدمة : هى الشركة التى تستخدم تقنية GSM لشبكات المحمول مثل MOBINIL و VODAFONE فى مصر
البلد الواحد يمكن ان يحتوى على PLMN واحد او اكثر
PLMNيستطيع ان يخدم دولة او عدة دول صغيرة

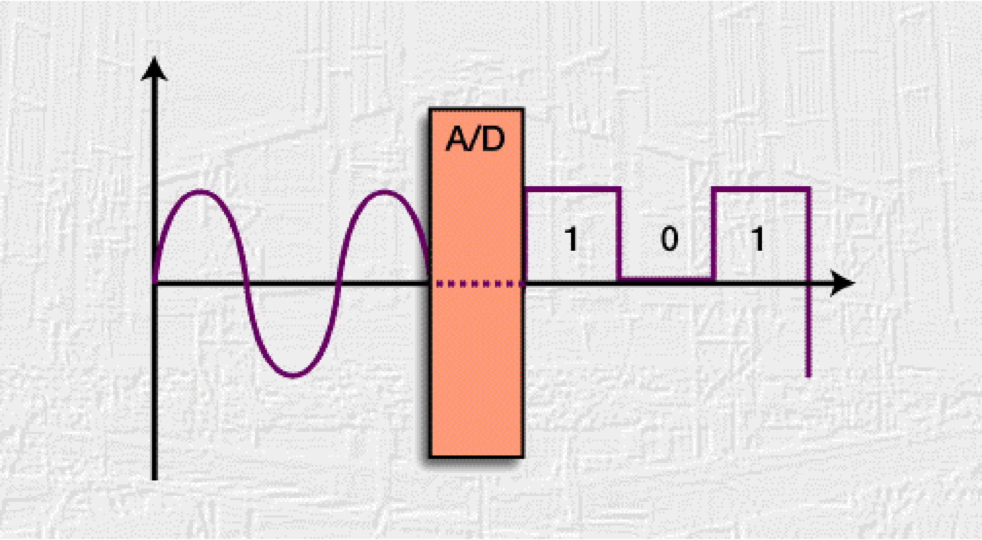
-5منطقة : GSM مجموعة من مناطق PLMN والتى يستطيع المشترك التنقل خلالها



هذا الجزء مهم جدا
فى هذ الجزء سنقوم بشرح:
الارسال الرقمى على الموجات الراديوية DIGITAL RADIO TRANSMISSION

اولا : التحويل من النظام التماثلى الى النظام الرقمى ANALOG TO DIGITAL CONVERSION

عندما نتحدث يكون كلامنا عبارة عن اشارات تماثلية ولكن شبكات GSM تستخدم تقنيات رقمية من هنا كان لا بد من تحويل
اشارات الصوت الى اشارات رقمية لكى يمكن نقلها من خلال شبكات GSM

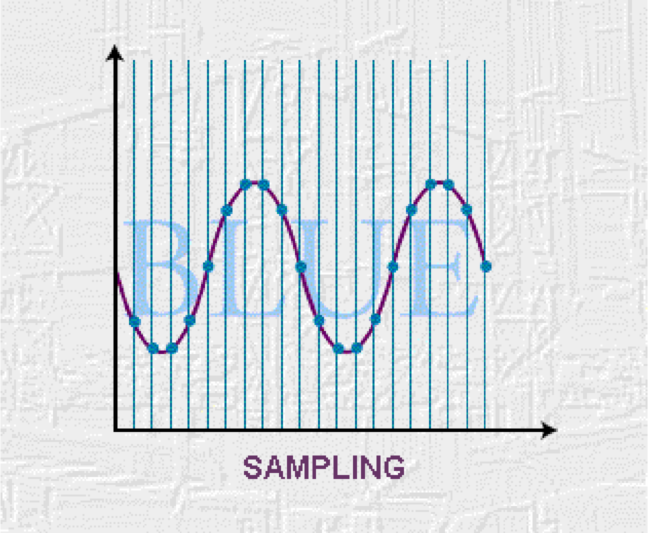


[color="navy"]خطوات تحويل الاشارة التماثلية الى رقمية

1-التجزىء SAMPLING
2-تجميع المستويات المتقاربة QUANTIZATION
3-عملية التشفير CODING

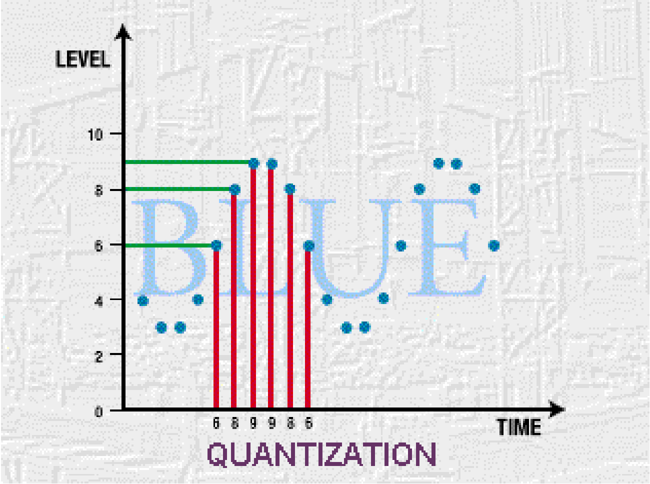
1-تجزىء الاشارة CODING

يتم تجزىء الاشارة التماثلية الى ٨٠٠٠ جزء فى الثانية



2-تجميع المستويات المتقاربة QUANTIZATION

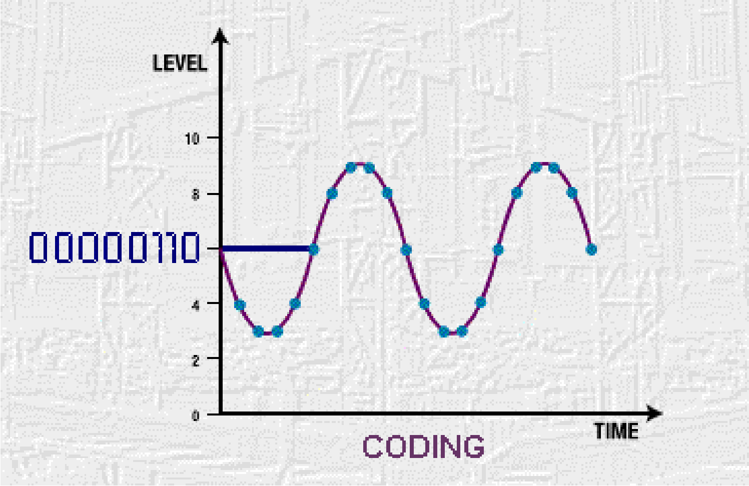
تؤخذ الاجزاء او العينات ويتم ترتيبها فى عدد من مستويات معينة



الصوت البشرى يمكن ان يجزأ الى ٨،١٩٢ مستوى

4-عملية التشفير CODING

الان نعبر عن كل مستوى من الاجزاء بشفرة ثنائية BINARY CODE وعند المستقبل يتم تحويل هذه الشفرة الثنائية مرة اخرى الى اشارة تماثلية



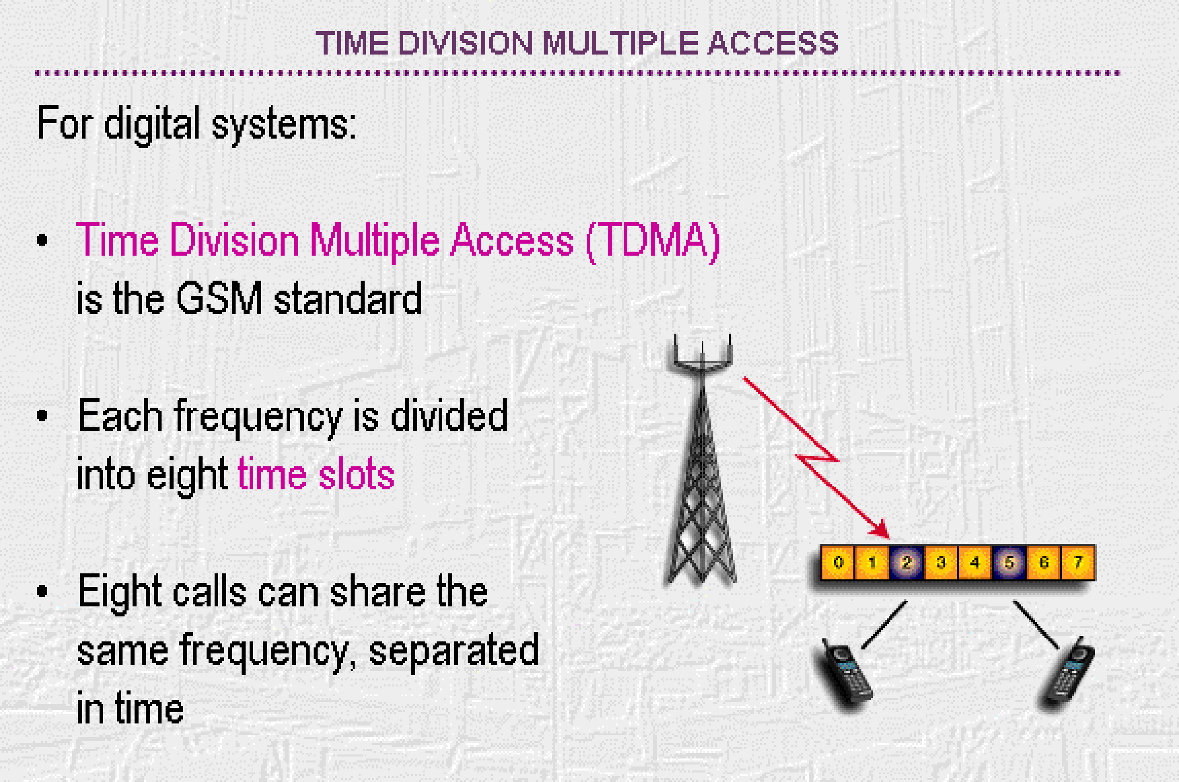
طريقة الدخول او الوصول TDMA

TIME DIVISION MULTIPLE ACCES

والمبنية على تقسيم الزمن وتاخذ كل اشارة جزء خاص من الزمن للارسال

والشكل الاتى يوضح ويشرح هذه العملية

Error!



TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS

For digital systems:

- Time Division Multiple Access (TDMA) is the GSM standard
- Each frequency is divided into eight time slots
- Eight calls can share the same frequency, separated in time

المشاكل التى تواجه عمليات الارسال فى الموجات الراديوية
RADIO TRANSMISSION PROBLEMS

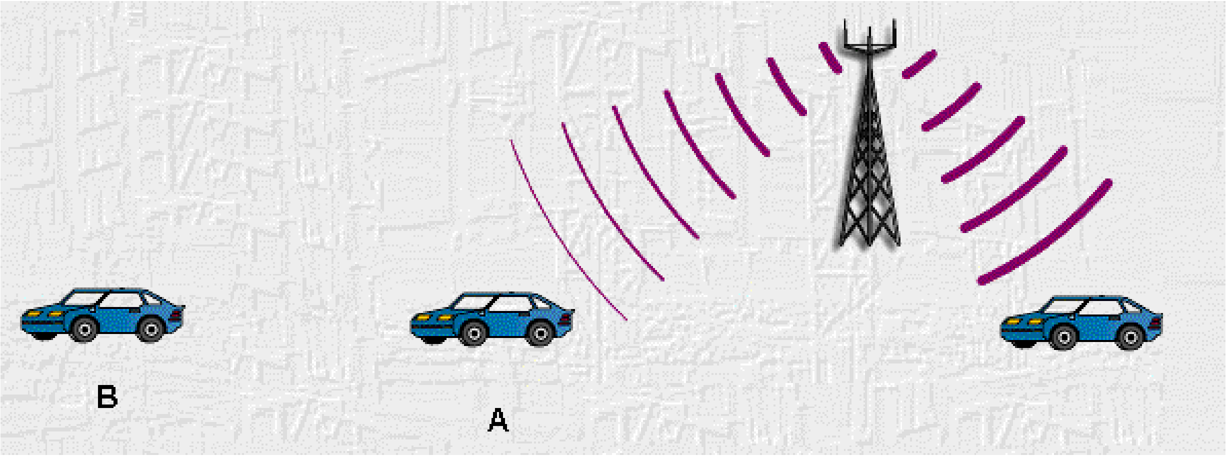
اكثر المشكلات تأثيرا على عمليات الارسال بالموجات الراديوية هى:

1- الفقد الناتج عن المسار او الوسط PATH LOSS
2- اضمحلال او ضعف او ذبول الاشارة FADING
3- التشتيت الزمنى TIME DISPERSION
4- الانحياز الزمنى TIME ALIGNMENT

1- فقد المسار او الوسط PATH LOSS

يحدث هذا عندما يبتعد الهاتف النقال عن المحطات الارضية بمسافات كبيرة

Error!



عند النقطة (A) تكون الاشارة ضعيفة وعندما نبتعد اكثر الى النقطة (B) تكاد الاشارة لا تصل الى الهاتف

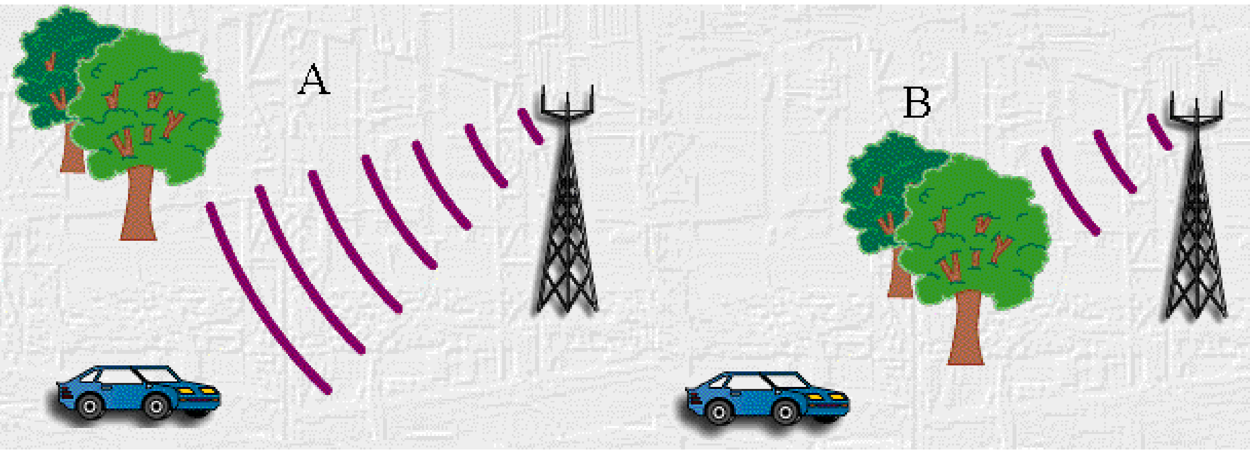
2-ذبول او اضمحلال الاشارة FADING

تعانى الاشارة نوعان من هذا الاضمحلال:

LONG – NORMAL FADING (SHADOW FADING)

يحدث هذا عندما يكون هناك عوائق بيئية طبيعية كالاشجار بين الهاتف والمحطات الارضية

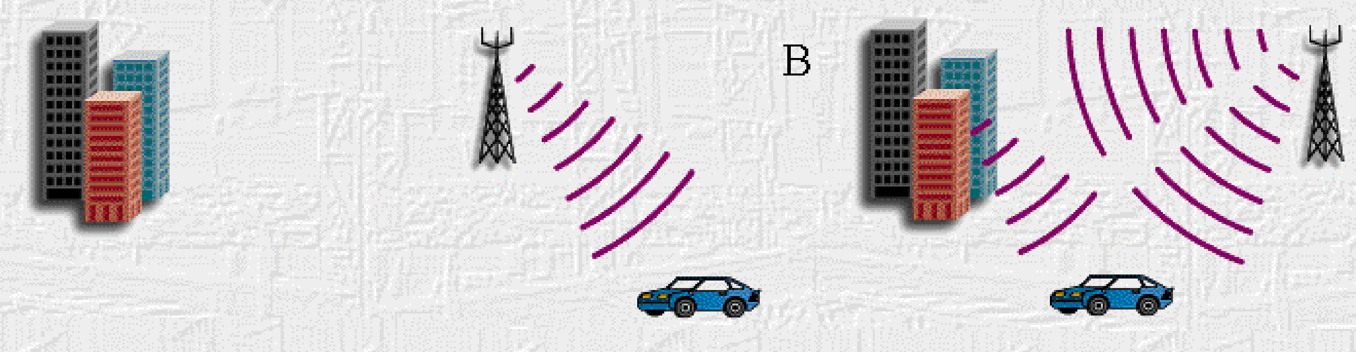
Error!



اضمحلال تعدد المسارات MULTI PATH FADING

يحدث انعكاسات للاشارة فيكون هناك اشارات مختلفة الطور **PHASE** تضعف او تلاشى كلا منهما الاخرى

Error!



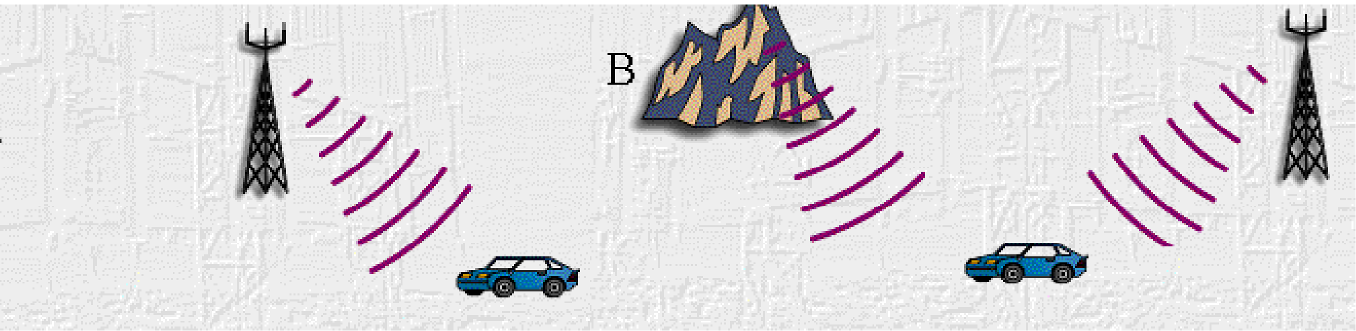
-3التشتيت الزمنى TIME DISPERSION

هذا يحدث من انعكاسات الاشارة الناتجة عن العوائق البعيدة كالجبال مما يسبب تداخل الاشارات

IMTER –SYMBOL INTERFERENCE (ISI)

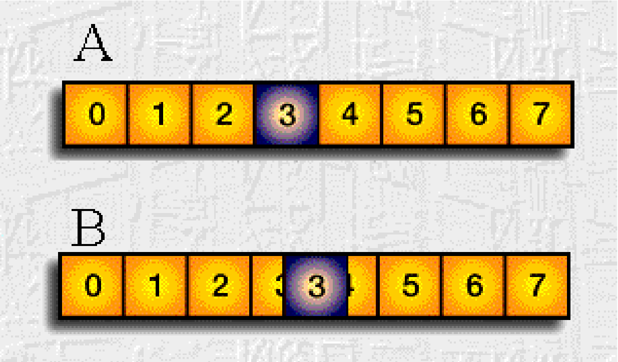
وهذا يعنى ان المستقبل تصل اليه العديد من الاشارات والجزاء المتداخلة مما يصعب عليه تمييز او اختيار الشارات التى
يجب استقبالها عن غيرها

!Error



– 4الانحياز الزمنى TIME ALIGNMENT

يحدث هذا عندما يبتعد الهاتف النقال كثيرا عن المحطة الارضية فتأخذ الاشارة وقتا اكبر للوصول مما يسبب ازاحة الى زمن
تالى فيحدث تداخل

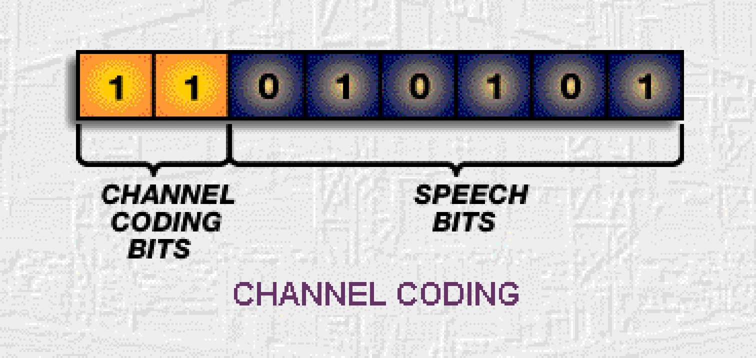


كل هذه المشكلات تعانيها الاشارة المرسلة فكان لابد من تقنيات تخلصنا من هذه المشكلات
سنشرح فى هذا الجزء:
الحلول المناسبة لمشكلات الارسال بالموجات الراديوية
RADIO TRANSMISSION SOLUTIONS

–1تشفير الكلام SPEECH CODING
-2تشفير القنوات CHANNEL CODING
-2العزل او الفصل INTERLEAVING
-4الوثب فى تردد الموجة الحاملة FREQUANCY HOPPING
-5تنويع الارسال DIVERSITY
-6المساواة او المقارنة او التسوية QUANTIZATION
-7التحسين او الدفع الزمنى TIME ADVANCE
-8الترميز او التشفير الرياضى CIPHERING

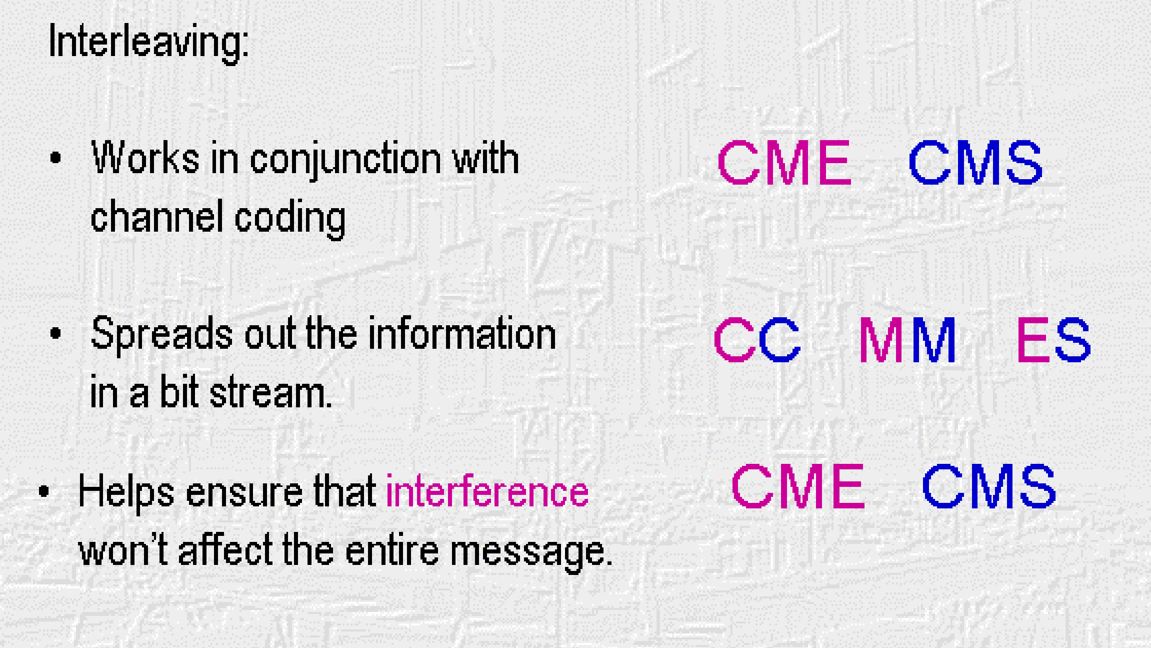
-1تشفير الكلام SPEECH CODING
هذا يعمل على:
فلترة النغمات الزائدة على الكلام
يقلل عدد ال BITS اللازمة دون التأثير على كفاءة الارسال

-2تشفير القناة CHANNEL CODING
هذه العملية تمكنا من اكتشاف وتصحيح الاخطاء فى البيانات المتدفقة وذلك باضافة BIT لتشفير الكلام



3- العزل او الفصل INTERLEAVING

هذا الشكل يوضح بالتفصيل الخطوات الثلاث لهذه العملية



Interleaving:

- Works in conjunction with channel coding

CME CMS

- Spreads out the information in a bit stream.

CC MM ES

- Helps ensure that interference won't affect the entire message.

CME CMS

4- الوثب فى تردد الموجة الحاملة FREQUANCY HOPPING

هذا يقلل من عملية ال FADING بتغيير تردد الموجة الحاملة فى فترات متكررة

5- تنويع الارسال DIVERSITY

هناك اربعة انواع من هذه العملية

تنويع التردد FREQUANCY DIVERSITY

يتم ارسال الاشارة باستخدام ترددين للموجة الحاملة وهذا غير عملى لانه يتطلب مضاعفة سعة النطاق الترددى المستخدم

DOUBLED BAND WIDTH

تنويع زمن الارسال TIME DIVERSITY

ترسل نفس الاشارة مرتين بفاصل زمنى قصير Δ t

تنويع المسافة SPACE DIVERSITY

ترسل نفس الاشارة من زوج من الهوائيات كل هوائى مختلف عن الثانى فى الارتفاع وفى نفس الزمن وعلى نفس التردد

تنويع القطبية POLARIZATION DIVERSITY

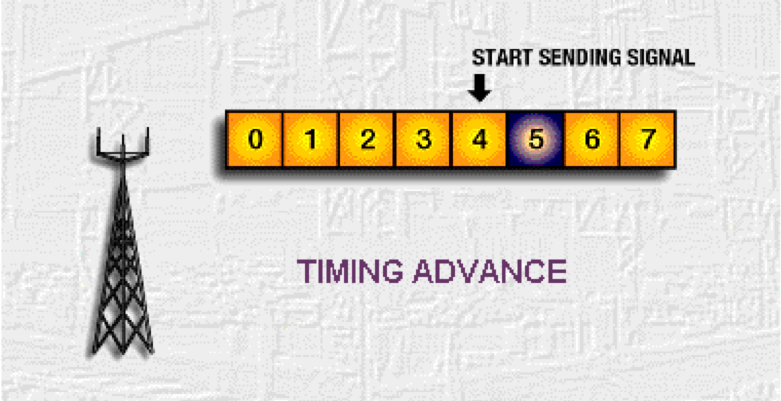
يستخدم فيها زوج من الهوائيات مختلفة القطبية ولكن يؤدى هذا الى تقليل قوة الاشارة الى النصف (-٣ db)

6-التسوية EQUALIZATION

تستخدم هذه التقنية لحل مشكلة التشتيت الزمنى
المعلومات المرسلة فى شق زمنى واحد ONE TIME SLOT تسمى BURST
يؤخذ جزء من البيانات فى الشق الزمنى يسمى TIMING SEQUANCE ليستخدمه ال EQUALIZER
لتحديد ماهى البيانات المفروض استقبالها ومقارنتها بما تم استقباله فعلا

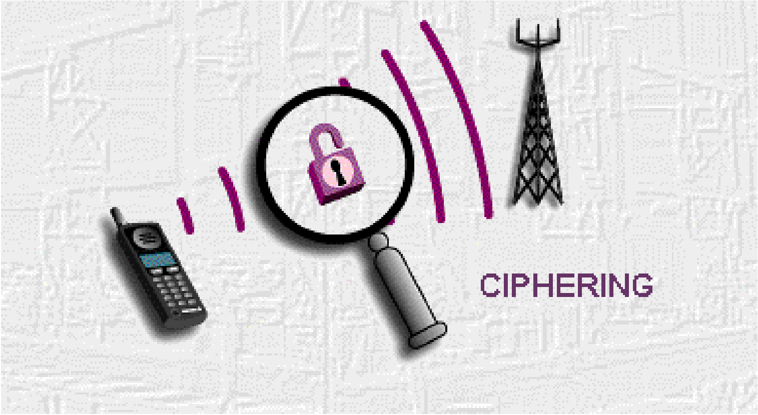
7-التحسين او الدفع الزمنى TIME ADVANCE

هى حل لمشكلة الانحياز الزمنى
عندما يبتعد الهاتف النقال كثيرا عن المحطة الارضية ويبأ زمن وصول الاشارة فى الانزلاق تخبر هذه التقنية المحطة الارضية
بوجوب ارسال الاشارة اسرع او مبكرا



8-التشفير او الترميز CIPHERING

هى عملية تشفير المعلومات باستخدام الدوال الرياضية لحمايتها من التنصت او القرصنة



مع خالص تحياتي في جمع الكتاب فقط

محمد شريف جابر

Msj22104@hotmail.com

http://newmsj.jeeran.com

اللهم ارحم واغفر ل

مولف هذا الكتاب

وجامع هذا الكتاب

وقاري هذا الكتاب

وكل من نشر هذا الكتاب

ولسائر المسلمين امين امين امين